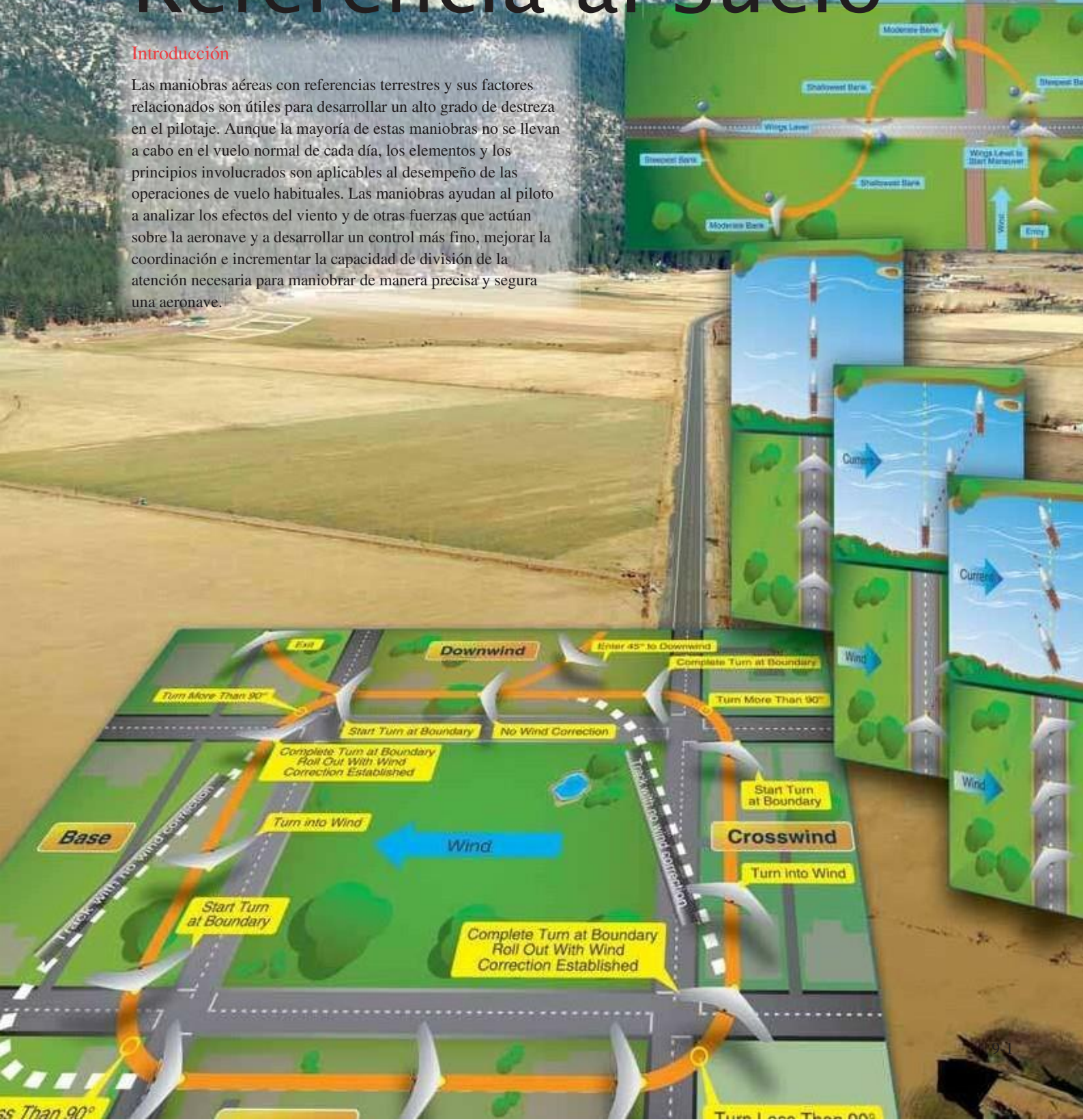


## Capítulo 9

# Maniobras con Referencia al Suelo

### Introducción

Las maniobras aéreas con referencias terrestres y sus factores relacionados son útiles para desarrollar un alto grado de destreza en el pilotaje. Aunque la mayoría de estas maniobras no se llevan a cabo en el vuelo normal de cada día, los elementos y los principios involucrados son aplicables al desempeño de las operaciones de vuelo habituales. Las maniobras ayudan al piloto a analizar los efectos del viento y de otras fuerzas que actúan sobre la aeronave y a desarrollar un control más fino, mejorar la coordinación e incrementar la capacidad de división de la atención necesaria para maniobrar de manera precisa y segura una aeronave.



La primera parte de la formación de un piloto se lleva a cabo a altitudes relativamente altas con el fin de desarrollar la técnica, el conocimiento de las maniobras, la coordinación, la sensibilidad en vuelo, y el manejo de la aeronave en general. Este entrenamiento requiere que la mayor parte de la atención del piloto se centre en la manipulación real de la aeronave, en las consecuencias de controlar las presiones que actúan sobre ella, y en la actitud de la aeronave.

Tan pronto como el piloto muestre habilidad en las maniobras fundamentales, es necesario que se le introduzca en la ejecución de las maniobras con referencias terrestres que requieran una atención más allá de su capacidad práctica y sus conocimientos actuales.

Hay que destacar que, durante las maniobras con referencias en el suelo, es igualmente importante mantener las técnicas previamente aprendidas para el vuelo básico. El instructor de vuelo no debe permitir ninguna relajación al alumno con respecto a la ejecución de sus técnicas de vuelo anteriores solo por el hecho de añadir un nuevo factor al vuelo. Este requisito debe mantenerse durante todo el progreso del alumno, de maniobra en maniobra. Cada nueva maniobra debe incorporar algunos conocimientos nuevos e incluir principios de la maniobra anterior con el fin de mantener la continuidad. Cada nueva habilidad introducida debe basarse en una ya aprendida para que pueda lograrse un progreso ordenado y consistente.

### Maniobrar mediante referencias de objetos en tierra.

Las rutas terrestres o las maniobras aéreas con referencias terrestres se ejecutan a altitudes relativamente bajas mientras se aplican las correcciones necesarias para poder seguir una ruta o trayecto predefinido sobre el suelo, a pesar de la deriva producida por el viento. Estas maniobras están diseñadas para desarrollar la capacidad de controlar la aeronave y para reconocer y corregir el efecto del viento, mientras se divide la atención entre otras tareas. Esto requiere planear con anticipación cómo llevar la aeronave, mantener la orientación con respecto a los objetos en tierra, volar apropiadamente para seguir la ruta en tierra deseada y ser consciente del resto del tráfico aéreo de las inmediaciones.

Las maniobras con referencias terrestres deberían ser realizadas a una altura de entre 500 a 1.000 pies (152 a 304 metros), aproximadamente, sobre el nivel del suelo (AGL). La altura correcta dependerá de la capacidad para alcanzar un área de aterrizaje segura en caso de sufrir una parada de motor durante la maniobra y el tipo de aire en el que se estén realizando estas maniobras. Si hay un significativo movimiento vertical del aire se deberían utilizar altitudes más elevadas para evitar la posibilidad de volar por debajo de los 400 pies AGL (121 mts), la altitud mínima recomendada en la Normativa de Pruebas Prácticas (*Practical Test Standards*, PTS).

En general, los siguientes factores deben ser considerados para determinar las altitudes apropiadas para las maniobras mediante referencias terrestres:

- La velocidad con respecto al suelo no debería ser tan rápida como para que los acontecimientos ocurran demasiado rápido.

- El radio de giro y la trayectoria de la aeronave sobre el suelo deben ser fáciles de observar, y las correcciones deben poder ser planeadas y ejecutadas si las circunstancias lo requieren.
- La deriva producida por el viento debe ser fácil de percibir, pero no debe sobrecargar al alumno a la hora de hacer correcciones.
- Los objetos en el suelo deben poder percibirse correctamente en su proporción y tamaño.
- La altura debe ser lo suficientemente baja como para que el alumno pueda percibir fácilmente si está ganando o perdiendo altura, pero no es recomendable volar por debajo de 400 pies (121 mts) sobre el obstáculo más elevado y en ningún caso a menos de 500 pies (152 mts) sobre ninguna persona, vehículo o estructura.

Durante estas maniobras, tanto el instructor como el alumno deben estar atentos para identificar zonas que puedan ser usadas para un aterrizaje forzoso. La zona elegida debe estar lejos de comunidades, ganado o grupos de personas para evitar convertirse en una molestia o un peligro. Debido a las altitudes en las que se realizan estas maniobras, hay muy poco tiempo disponible para buscar un campo apropiado para un aterrizaje en el caso de que surja la necesidad.

### Deriva y control del recorrido con respecto al suelo

Siempre que un objeto está libre del suelo se ve afectado por el medio que lo rodea. Esto significa que un objeto libre se mueve en la dirección y velocidad a la que se mueva el medio en el que está.

Por ejemplo, si un barco a motor cruza un río inmóvil, ese barco podría dirigirse directamente a un punto en la orilla opuesta y viajar en línea recta a ese punto sin deriva. Sin embargo, si el río fluye rápidamente tendremos que tener en cuenta la corriente para llegar al mismo punto. Es decir, cuando el barco avanza hacia adelante por sus propios medios, debe también moverse contra la corriente a la misma velocidad en la que el río se está moviendo aguas abajo. Esto se consigue inclinando el barco aguas arriba lo suficiente como para contrarrestar el flujo de la corriente descendente. Si se hace esto, el barco sigue el camino a través del río desde el punto de salida directamente al punto de destino deseado. Si el barco no se dirige suficientemente contra corriente, sería llevado por la corriente y encallaría en algún punto de la orilla opuesta aguas abajo del punto deseado. [Figura 9-1]

Tan pronto como una aeronave pasa al aire, está libre de la fricción del suelo. Su trayectoria es afectada en ese momento por la masa de aire en el cual se mueve, por lo tanto, la aeronave (como el barco), no siempre sigue el trazado sobre el suelo en la dirección exacta en la que apunta su morro. Al volar con el eje longitudinal de una aeronave alineado con una carretera, se podría llegar a observar como el avión se desvía de la trazada de la carretera sin que el piloto haya iniciado ningún giro. Esto indicaría que la masa de aire se estaría moviendo lateralmente en relación a la aeronave. Puesto que la aeronave está volando dentro de este cuerpo en movimiento de aire (viento), se mueve o se desplaza con el aire con su misma dirección y velocidad, al igual que el barco se movía con la corriente del río.

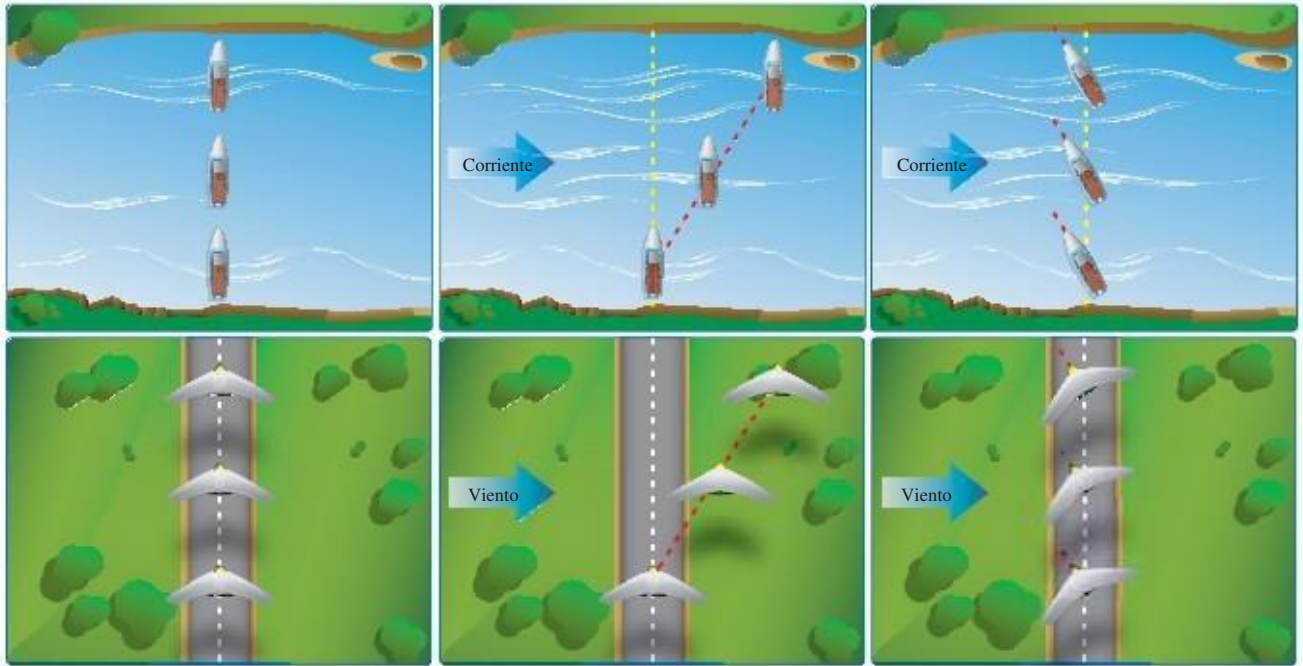


Figura 9-1. Deriva por viento y ángulo de corrección de deriva (*crab angle*).

Cuando se vuela recto y nivelado y siguiendo una trazada sobre suelo definida, el método preferido de corregir la deriva del viento es dirigir la aeronave (ángulo de corrección del viento) lo suficiente hacia el viento como para hacer que el avión avance contra el viento a la misma velocidad a la que el viento se está moviendo lateralmente. Dependiendo de la velocidad del viento, esto puede requerir un ángulo de corrección del viento grande o uno de sólo unos pocos grados. Cuando ese desplazamiento se ha neutralizado, la aeronave puede seguir la trazada deseada con respecto al suelo.

Para entender la necesidad de corrección de deriva durante el vuelo, considere un vuelo con una velocidad del viento de 20 nudos (37 km/h) procedente de la izquierda y con un ángulo de  $90^\circ$  con respecto a la dirección en la que se dirige. Después de 1 hora, el cuerpo de aire en el que la aeronave está volando se ha movido 20 millas náuticas (37 Km) a la derecha. Puesto que la aeronave se mueve con este cuerpo de aire, también se ha desviado 20 NM (37 Km) a la derecha. En relación con el aire, la aeronave se movió hacia adelante, pero en relación con el suelo, se movió no sólo hacia adelante, sino también 20 millas náuticas (37 Km) a la derecha.

Hay veces que el piloto necesita corregir la deriva durante un giro. [Figura 9-2] A lo largo de la curva, el viento está actuando en la aeronave desde un ángulo que cambia constantemente. El ángulo relativo del aire y su velocidad controlan el tiempo que necesita la aeronave para realizar cada parte del giro. Esto es debido a que la velocidad con respecto al suelo cambia constantemente. Cuando el avión se dirige hacia el viento, la velocidad respecto al suelo se reduce;

Cuando el avión se dirige a favor del viento, la velocidad respecto al suelo aumenta. Durante la parte de un giro en la que haya viento cruzado la aeronave se deberá girar hacia el viento lo suficiente como para contrarrestar la desviación del viento.

Para poder seguir un trazado circular sobre el suelo, el ángulo de corrección del viento debe variarse adecuadamente para corregir el hecho de que la velocidad con respecto al suelo va a variar durante todo el proceso de giro. Cuanto más rápida sea la velocidad respecto al suelo, más rápido debe ser establecido el ángulo de corrección del viento; cuanto más lenta es la velocidad respecto al suelo, más lento puede ser establecido el ángulo de corrección del viento. Puede verse entonces que el ángulo de giro más pronunciado y la velocidad de giro más rápida deben establecerse en la parte de la maniobra de giro en la que se está a favor del viento y el ángulo de giro más suave y la velocidad más lenta en la parte en la que se está contra el viento.

Los principios y técnicas para variar el ángulo de alabeo y conseguir cambiar la velocidad de giro y el ángulo de corrección del viento con el objetivo de controlar la deriva del viento durante un giro son las mismas para todas las maniobras con un trazado sobre el suelo que impliquen cambios en la dirección de vuelo.

Cuando no hay viento, debería ser fácil volar a lo largo de un trazado sobre el suelo con un arco de exactamente  $180^\circ$  y un radio constante, porque la trayectoria de vuelo y el trazado sobre el suelo deberían ser idénticos. Esto puede demostrarse acercándose a una carretera con un ángulo de  $90^\circ$  y, cuando se esté justamente sobre la carretera, iniciar un giro con un alabeo medio y manteniendo durante todo el giro de  $180^\circ$ . [Figura 9-2]

Para completar el giro se debería empezar a enderezar la aeronave de tal manera que las alas estén niveladas en el momento en el que la aeronave alcance la carretera nuevamente con un ángulo de  $90^\circ$ . Esto sólo sería posible si no hubiera absolutamente nada de viento y si el ángulo de alabeo y la tasa de giro se mantuvieran constantes durante toda la maniobra.

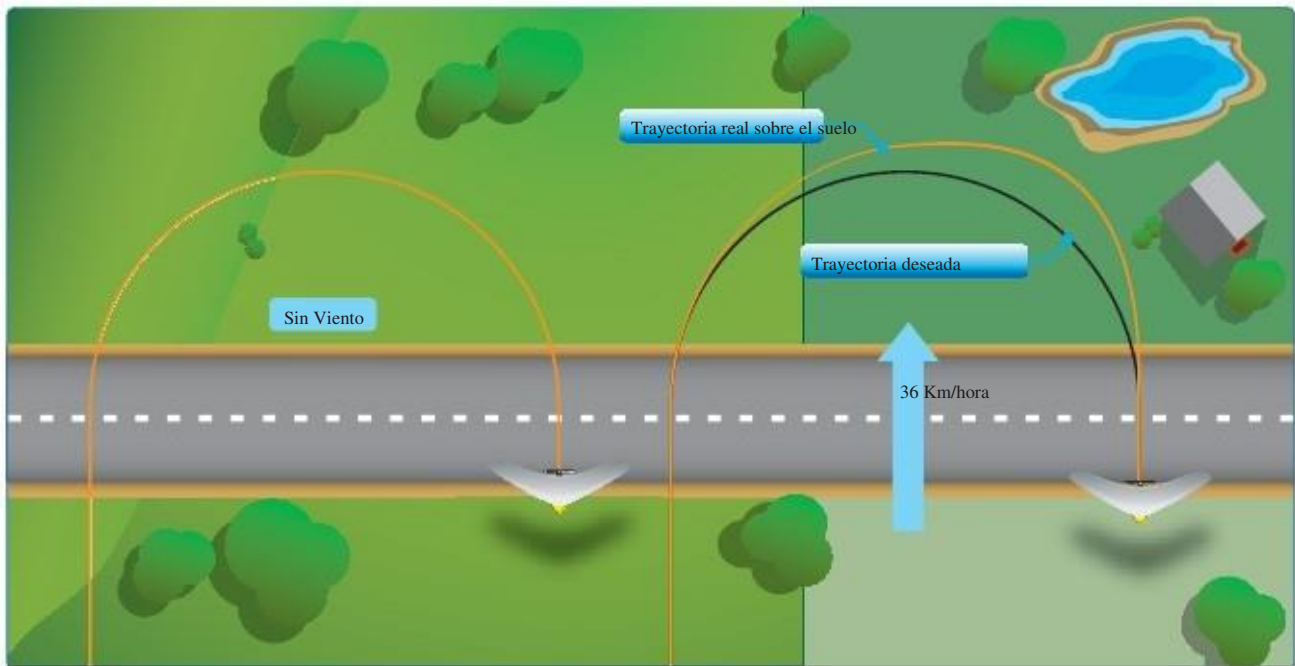


Figura 9-2. Efecto del viento durante un giro.

Si el giro se hace con un ángulo constante de alabeo y un viento que sopla directamente a lo largo de la carretera, daría lugar a un viraje de radio constante con respecto al aire. Sin embargo, los efectos del viento podrían causar que la trayectoria con respecto al suelo se distorsione con respecto de un giro de radio constante o de una trayectoria semicircular. Cuanto mayor sea la velocidad del viento, mayor será la diferencia entre la trayectoria con respecto al suelo deseada y la trayectoria de vuelo. Para contrarrestar esta desviación, la trayectoria de vuelo puede ser controlada por el piloto de tal manera que neutralice el efecto del viento y consiga que la trayectoria terrestre vuelva a ser un semicírculo de radio constante.

Los efectos del viento durante los giros se pueden demostrar seleccionando una carretera, línea de ferrocarril, o cualquier otra referencia en el suelo que forme una línea recta paralela al viento. Vuele hacia el viento directamente sobre, y a lo largo de, la línea. Luego haga un giro de 360° con un ángulo de alabeo medio y constante. [Figura 9-3] La aeronave volverá a un punto directamente sobre la línea pero ligeramente a favor del viento con respecto al punto de partida, la distancia puede variar dependiendo de la velocidad del viento y del tiempo requerido para completar la vuelta. La trayectoria con respecto al suelo será un círculo alargado, aunque con respecto al aire sería un círculo perfecto. Sería necesario volar recto durante el segmento de cara al viento después de la terminar el giro para llevar la aeronave a la posición de partida.

Otra demostración del efecto del viento con un giro similar de 360° puede ser hacerse siguiendo estos pasos. Realice un giro de 360° en un punto específico sobre la línea de referencia anterior, con la aeronave encabezada directamente a favor del viento.

En esta demostración, los efectos del viento durante el giro con un alabeo constante desplazan el avión hasta un punto donde la trazada es re-interceptada, pero el giro de 360° se completa en un punto desplazado a favor del viento con respecto al punto de partida.

Se puede seleccionar otra línea de referencia que esté directamente sobre el viento cruzado y repetir el mismo procedimiento. Si no se corrige la desviación del viento la aeronave apuntará en la dirección original cuando se complete el giro de 360°, pero se habrá separado de la línea una distancia que dependerá de la cantidad de viento.

A partir de estas demostraciones, se puede ver dónde y por qué es necesario aumentar o disminuir el ángulo de alabeo y la velocidad de giro para conseguir seguir el trazado deseado con respecto al suelo. Los principios y las técnicas implicadas pueden ser practicadas y valoradas por el rendimiento de las maniobras con trazados sobre el suelo que se tratan en este capítulo.

### Circuito rectangular

Normalmente la primera maniobra con referencias en el terreno que se le suele enseñar a un piloto es el circuito rectangular. Consulte la Figura 9-4 en esta sección de circuitos rectangulares. El circuito rectangular es una maniobra de entrenamiento en el que la trazada sobre el suelo de la aeronave es equidistante de todos los lados de un área rectangular seleccionada en el suelo. La maniobra simula las condiciones encontradas en un patrón de tráfico de un aeropuerto. Durante la realización de la maniobra, la altitud y la velocidad con respecto al aire deben mantenerse constantes.

Esta maniobra ayuda al alumno piloto en el perfeccionamiento de:

- La aplicación práctica del giro.

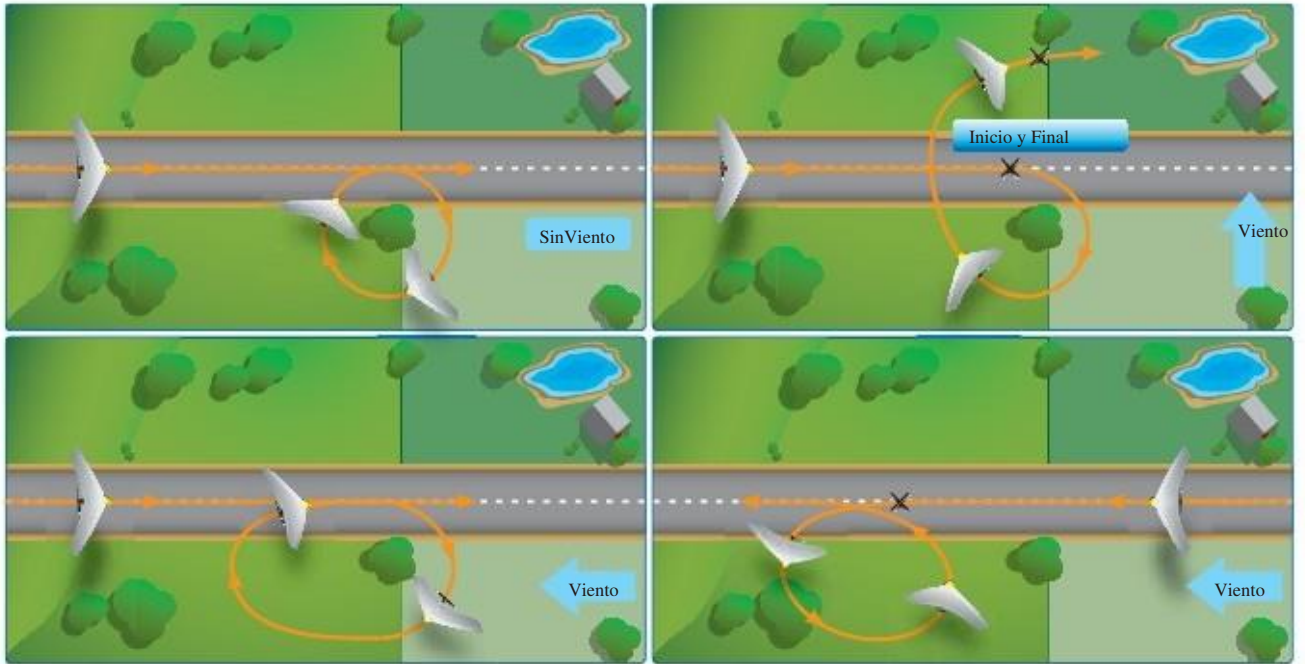


Figura 9-3. Efecto del viento durante los giros.



Figura 9-4. Recorrido Rectangular

- A dividir la atención entre la trayectoria de vuelo, los objetos en tierra y el manejo de la aeronave.
- A calcular el momento adecuado para iniciar un giro de tal manera que el giro se complete en un punto determinado sobre el suelo.
- A calcular el momento adecuado para iniciar la recuperación de un giro para mantener una trazada sobre el suelo predefinida.
- A establecer una trazada sobre el suelo y a determinar el ángulo de corrección del viento apropiado.

Al igual que en otras maniobras con trazadas en el suelo, uno de los objetivos es desarrollar la división de la atención entre la trayectoria de vuelo y referencias en tierra mientras se controla la aeronave y se está pendiente de otras aeronaves en las cercanías. Otro objetivo es desarrollar la capacidad de reconocer la desviación, tanto de acercamiento como de alejamiento, a una línea paralela a una trazada en tierra concreta. Esto es útil para ayudar a reconocer una desviación con respecto a la pista de aterrizaje en alguno de los tramos de un circuito de tráfico en un aeródromo.

Para esta maniobra se debe elegir un espacio cuadrado o rectangular alejado del tráfico aéreo (limitado en sus cuatro lados por líneas o carreteras que deben tener una longitud de aproximadamente una milla y media (2,4 kms)). La aeronave debe volar en paralelo y a una distancia constante justo al borde de los límites de ese campo, aunque no muy por encima de los límites de manera que la trayectoria de vuelo se pueda observar fácilmente desde cualquiera de los asientos de la aeronave. Cuanto más cerca de los límites del campo esté la trazada de la aeronave, más intenso tendrá que ser el alabeo necesario que se realice en los puntos de giro. La distancia de la trazada desde los bordes del campo debe ser la misma independientemente de si el circuito se vuela hacia la izquierda o hacia la derecha. Los giros deben iniciarse cuando el avión esté sobre la esquina de los límites del campo y el alabeo normalmente no debe exceder los 45 °. Estos deberían ser los factores determinantes en el establecimiento de la distancia con respecto a los límites del campo para llevar a cabo esta maniobra.

Aunque el circuito rectangular se puede iniciar desde cualquier dirección, en esta exposición se asumirá que se inicia en la dirección a favor del viento. En el tramo a favor del viento, el viento viene de cola, por lo que la velocidad con respecto al suelo aumenta. En consecuencia, el viraje hacia el siguiente tramo se inicia con un ritmo bastante rápido de alabeo y con un alabeo relativamente intenso. A medida el giro progresa, el ángulo de inclinación lateral se reduce gradualmente debido a que el componente de viento de cola disminuye, lo que resulta en una disminución de velocidad respecto al suelo.

Durante y después del giro hacia este tramo (el equivalente al tramo de base en un circuito de tráfico en un aeródromo), el viento tiende a desviar la aeronave fuera de los límites del campo. Para compensar esta desviación, el giro que se realiza es más de 90 °.

La salida de este giro debe ser realizada tal manera que cuando las alas se nivelan, el trike tiene que girar ligeramente hacia el campo y en contra del viento para corregir la deriva. La aeronave debería estar nuevamente a la misma distancia de los bordes del campo y a la misma altitud que en el resto de tramos. El tramo de base se debe continuar hasta que se empiece a aproximar el límite del tramo de cara al viento. Una vez más, el piloto debe anticipar la deriva y el radio de giro. Dado que corrección de deriva se llevó a cabo en la etapa de base, es necesario girar menos de 90 ° para alinear la aeronave paralela al borde del tramo de cara al viento. Este giro se debe comenzar con un ángulo de alabeo medio que se reduzca gradualmente hasta llegar a un alabeo suave a medida que avanza el giro. La recuperación del alabeo debería coordinarse para asegurar que la aeronave queda paralela a los bordes del campo en el momento en que las alas se nivelan. [Figura 9-5]

Mientras que el avión está en el tramo de viento en cara, se debe controlar el siguiente borde del campo a medida que se está llegando para poder planificar el viraje hacia el tramo de viento cruzado. Dado que el viento en esta etapa es un viento en contra, se reduce velocidad respecto a tierra de la aeronave y trata de desviarla hacia el campo durante el viraje que se realiza hacia el tramo de viento cruzado. Por esta razón, la velocidad a la que se realiza el alabeo debe ser lenta y el ángulo de alabeo relativamente poco profundo para contrarrestar este efecto. A medida el giro progresa, el componente de viento en en cara disminuye, lo que permite aumentar la velocidad respecto a tierra. Por consiguiente, el ángulo de alabeo y la velocidad de giro se incrementan gradualmente para asegurar que tras la finalización del giro la trayectoria con respecto al suelo en el tramo de viento cruzado mantiene la misma distancia con borde del campo. La finalización del giro con las alas niveladas debe realizarse en un punto alineado con la esquina del campo que está contra el viento.

Una vez que las alas estén niveladas, la corrección de deriva apropiada se establecerá con la aeronave encarada hacia el viento con un ángulo inferior a 90 °. Si el giro se ha realizado correctamente, el límite del campo estará de nuevo la misma distancia de la aeronave que en los tramos anteriores. Mientras se esté en el tramo de viento cruzado, el ángulo de corrección del viento debe ajustarse según sea necesario para mantenerse a la misma distancia del borde del campo.

A medida que se acerque el siguiente borde del campo, el piloto deberá planear el giro hacia el tramo que está a favor del viento. Debido a que se está llevando un ángulo de corrección del viento que hace que el trike encare hacia afuera del campo para compensar el viento cruzado, es necesario realizar un giro de más de 90° para realizar correctamente este giro. Ya que el viento cruzado se convierte en viento de cola durante el giro, y por tanto la velocidad con respecto al suelo aumenta a medida que se progresa en el giro, se debe realizar un alabeo medio al principio del giro e ir aumentándolo progresivamente mientras se realiza el giro. Para completar el giro, la salida del viraje debe calcularse de tal manera que las alas se nivelan en el punto alineado con la esquina de viento cruzado del campo y el eje longitudinal de la aeronave esté de nuevo paralelo al borde del campo. La distancia con respecto a los bordes del campo debería ser la misma que en los otros tramos.

Normalmente no se debería sufrir deriva en los tramos a favor y en contra del viento, pero podría ser difícil encontrar una situación en la cual el viento sople exactamente paralelo a los bordes del campo. Esto podría hacer necesario realizar ligeras correcciones del ángulo en todos los tramos.



Figura 9-5. Punto de vista del piloto saliendo del giro a izquierdas para seguir recto hacia el siguiente tramo del rectángulo.

Es importante anticipar los giros para corregir la velocidad respecto al suelo, la deriva, y el radio de giro. Cuando el viento sople por detrás de la aeronave, el giro deberá ser más rápido y más pronunciado, cuando sople delante de la aeronave, el giro deberá ser más lento y menos profundo. Estas mismas técnicas se aplican durante los vuelos en los tráficos de los aeródromos.

Los errores más comunes que se suelen producir a la hora de realizar trayectorias rectangulares son:

- No asegurarse de que el área está despejada.
- No establecer la altura apropiada antes de entrar al circuito. (normalmente comenzando la maniobra mientras todavía se está descendiendo)
- No establecer un adecuado ángulo de corrección del viento, lo que resulta en una desviación de la trazada.
- Ganar o perder altura.
- Mala coordinación. (Lo que habitualmente provoca ganar o perder velocidad durante los giros)
- Uso brusco de los controles.
- Incapacidad para dividir la atención adecuadamente entre controlar la aeronave y mantener la trazada sobre el suelo.
- Coordinación inapropiada a la hora de iniciar un giro o realizar la recuperación del mismo.

- Realizar una vigilancia inadecuada de otras posibles aeronaves.

### Giro en S sobre una carretera

Un giro en S sobre una carretera es una maniobra de práctica en la cual la aeronave describe una trazada sobre el suelo que forma semicírculos de igual radio en cada lado de una línea recta seleccionada en el suelo (como por ejemplo una carretera). La imagen de referencia para toda la sección de giros en S sobre carretera será la Figura 9-6. La línea recta puede ser una carretera, una valla, una vía de ferrocarril, o una sección de línea eléctrica que esté perpendicular al viento y que debería tener una longitud suficiente para poder realizar una serie de giros. Se debe mantener una altitud constante durante toda la maniobra.

El giro en S sobre una carretera presenta uno de los más elementales problemas a la hora de realizar la aplicación práctica del giro y en la corrección de la deriva del viento en los giros. Si bien la aplicación de esta maniobra es mucho menos compleja en algunos aspectos que la del Circuito Rectangular, se enseña después de que el alumno haya sido formado en esa maniobra para que el estudiante pueda tener un conocimiento de la corrección de deriva por viento en vuelo recto antes de tener que realizar la corrección de deriva mientras que realiza un giro.

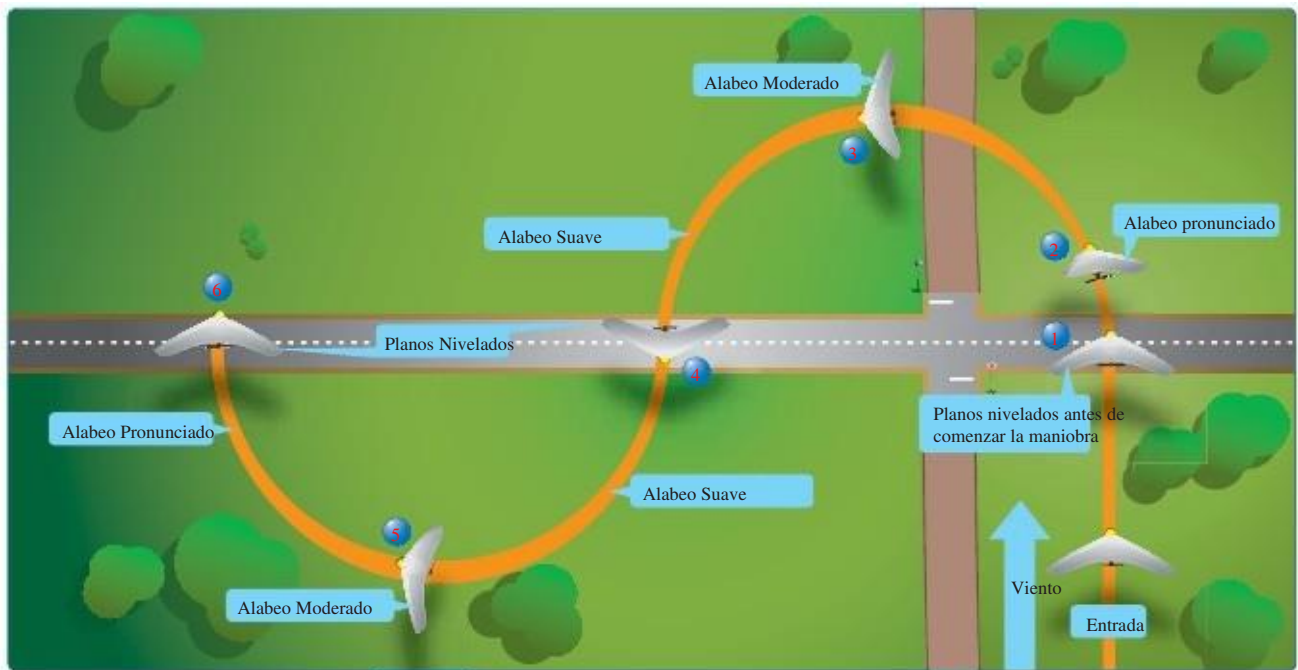


Figura 9-6. Giros en S

Los objetivos de los giros en S sobre una carretera son desarrollar la habilidad para compensar la deriva durante los giros, orientar la trayectoria de vuelo siguiendo referencias en el suelo, seguir una trazada en el suelo, llegar a puntos específicos con un rumbo determinado y mejorar la capacidad del piloto de dividir su atención. La maniobra consiste en cruzar sobre una carretera en un ángulo de  $90^\circ$  e inmediatamente comenzar una serie de giros de  $180^\circ$  en direcciones opuestas manteniendo un radio uniforme, volviendo a cruzar la carretera en un ángulo de  $90^\circ$  justo al finalizar cada giro de  $180^\circ$ . Se puede empezar la maniobra con un giro a derecha o a izquierda para ir en cualquier sentido. En la Figura 9-6 se empieza con un giro a izquierda a modo de ejemplo.

Conseguir un radio constante en la trazada sobre el suelo requiere ir cambiando la tasa de giro y el ángulo de alabeo para establecer una adecuada corrección de la deriva del viento. Ambos elementos aumentan o disminuyen a medida que la velocidad con respecto al suelo aumenta o disminuye.

El alabeo debe ser más pronunciado cuando se inicia el giro en el lado a favor del viento de la carretera y debe ser gradualmente menos pronunciado a medida que avanza el giro desde la zona del giro a favor del viento hasta la zona en contra del viento. En el lado contra el viento, el giro debe iniciarse con un ángulo de alabeo relativamente suave y debe aumentarse gradualmente a medida que avanza el giro desde la zona de cara al viento a la de viento en cola. En esta maniobra la aeronave debe rotar de un ángulo de alabeo al contrario en el punto donde se cruce la línea de referencia en un ángulo de  $90^\circ$ .

Antes de empezar esta maniobra de entrenamiento se debe seleccionar una línea o carretera que tenga un ángulo de  $90^\circ$  con respecto al viento. Entonces el siguiente paso es comprobar y asegurarnos que no existen ni obstáculos ni otras aeronaves en las inmediaciones.

Nos debemos aproximar a la carretera desde el lado de viento en contra a una altura determinada con rumbo de viento a favor. Cuando estemos directamente sobre la carretera se debe iniciar el giro inmediatamente. [Figura 9-6, posición 1 y Figura 9-7] Debido a que con la aeronave en rumbo a favor del viento la velocidad con respecto al suelo es mayor y el ritmo al que nos alejamos de la carretera es bastante rápido; el giro para conseguir el ángulo de alabeo adecuado debe ser lo suficientemente rápido como para alcanzar el ángulo de corrección del viento adecuado. [Figura 9-6, posición 2] Esto previene que la aeronave se aleje demasiado de la carretera y tenga que realizar una trazada con un radio excesivo.



Figura 9-7. Punto de vista del piloto al cruzar la línea de referencia (carretera) a  $90^\circ$ , manteniendo los planos nivelados al comenzar la maniobra.

Durante la última parte del primer giro de  $90^\circ$ , cuando el rumbo de la aeronave está cambiando de estar a favor del viento a estar en viento cruzado, la velocidad con respecto al suelo se reduce y el ritmo al que nos alejamos de la carretera disminuye.



[Figura 9-6, posiciones de la 2 a la 3, y Figura 9-8] El ángulo de corrección del viento será el máximo cuando la aeronave esté completamente con el viento cruzado. [Figure 9-6, posición 3]



Figura 9-8. Punto de vista del piloto al comenzar el semicírculo a izquierdas desde viento en cola a viento cruzado.

Después de girar  $90^\circ$ , el rumbo de la aeronave será cada vez más un rumbo contra el viento, la velocidad con respecto al suelo disminuirá y el ritmo al que nos acercaremos a la carretera se hará más lento. Si se mantuviese un ángulo de alabeo constante la aeronave giraría demasiado rápido para el ritmo más lento al que ahora nos estamos acercando a la carretera y quedaría perpendicular a la carretera demasiado pronto. Debido a esta disminución de la velocidad y de el ritmo al que nos acercamos a la carretera con el viento en contra es necesario ir suavizando el alabeo en los restantes  $90^\circ$  del semicírculo, hasta que el ángulo de corrección del viento se elimine completamente [Figura 9-9] y las alas se nivelen en el momento en que se finalice el giro de  $180^\circ$  justo cuando alcancemos la carretera. [Figura 9-6, posición 4]



Figura 9-9. Estudiante completando el semicírculo, preparándose para nivelar y cruzar perpendicularmente la carretera.

En el momento en que se esté cruzando la carretera con un ángulo de  $90$  grados con respecto a ella se debe comenzar un giro en la dirección opuesta. Debido a que la aeronave está volando con el viento en contra la velocidad con respecto al suelo será relativamente baja.

Por lo tanto, el giro debe iniciarse con un alabeo poco profundo para evitar una excesiva tasa de giro que podría establecer el máximo ángulo de corrección del viento demasiado pronto. El grado de alabeo debería ser el necesario para alcanzar el ángulo adecuado de corrección del viento que haga que la trazada sobre el suelo describa un arco del mismo tamaño que el establecida en el tramo a favor del viento.

Puesto que la aeronave está girando desde una orientación el contra el viento a una a favor del viento, la velocidad con respecto al suelo aumenta y, después de girar  $90^\circ$ , el ritmo al que la aeronave se acerca a la carretera aumenta rápidamente. [Figura 9-6, posición 5] Consecuentemente, el ángulo de alabeo y la tasa de giro deben ser incrementados progresivamente de tal manera que la aeronave haya girado  $180^\circ$  en el momento de volver a alcanzar la carretera. De nuevo, la salida del viraje debe estar coordinada de tal manera que la aeronave esté recta y nivelada exactamente en el momento de estar sobre la carretera y perpendicular a ella. [Figura 9-6, posición 6]

A pesar de que se debe maniobrar para mantener una altitud y una velocidad con respecto al aire constante, debemos cambiar constantemente el alabeo para conseguir que la trazada sobre el suelo sea un auténtico semicírculo.

Los errores más comunes a la hora de realizar un giro en S sobre una carretera son:

- No asegurarse de que el área de vuelo está despejada.
- Utilizar un radio de giro muy corto o un alabeo demasiado pronunciado durante el inicio de la maniobra.
- Utilizar un alabeo demasiado pronunciado para finalizar la maniobra.
- Mala coordinación que provoca variaciones en la velocidad con respecto al aire.
- Ganar o perder altitud.
- Incapacidad para visualizar una trazada sobre el suelo semicircular.
- Ritmo inadecuado para comenzar los giros o realizar la recuperación de los giros.
- No corregir adecuadamente la deriva del viento.
- No vigilar otros posibles tráfico en las cercanías.
- Falta de habilidad para juzgar el ritmo de aproximación a la carretera y ajustar el alabeo para que el semicírculo se finalice con un ángulo de  $90^\circ$  con respecto a la carretera.

### Giros sobre un punto.

Realizar giros sobre un punto, utilizado como maniobra de entrenamiento, en una extensión lógica de los principios involucrados en la ejecución de un giro en S sobre una carretera. Los objetivos son:

- Perfeccionar la técnica de giro.
- Perfeccionar la capacidad de controlar la aeronave de manera inconsciente o automática mientras que se divide la atención entre la trayectoria de vuelo y las referencias de tierra.

- Enseñar al alumno que el radio de un giro es una distancia que se ve afectada por el grado de alabeo utilizado cuando se realizan giros en torno a un objeto.
- Desarrollar una afinada percepción de la altitud.
- Perfeccionar la habilidad para corregir la deriva producida por el viento mientras se realizan giros.

Cuando realiza giros alrededor de un punto la aeronave está volando realizando dos o más círculos completos, de un radio o una distancia a un punto de referencia sobre el suelo uniforme, utilizando un alabeo máximo de aproximadamente 45°, mientras se mantiene una altitud constante.

Los factores y principios de la corrección de la deriva relacionados con los giros en S también son aplicables en esta maniobra. Como en el resto de maniobras con referencias al suelo, para mantener un radio constante con respecto a un punto se deben cambiar constantemente tanto el ángulo de alabeo como el ángulo de corrección del viento, si es que existiese algún viento. Cuanto más orientada esté la aeronave a favor del viento mayor será la velocidad con respecto al suelo, más intenso deberá ser el alabeo y se necesitará una tasa de giro más rápida para establecer un adecuado ángulo de corrección del viento. Cuanto más orientada esté la aeronave contra el viento la velocidad con respecto al suelo será menor, el alabeo deberá ser más suave y la velocidad de giro necesaria para conseguir un correcto ángulo de corrección del viento será menor. Durante toda la maniobra el alabeo y la velocidad de giro deberán ser modificados gradualmente en función de la velocidad con respecto al suelo. Árboles aislados, cruces de carretera, o cualquier otra pequeña marca sobre el terreno similar son normalmente adecuados. Se deben practicar los giros sobre un punto tanto a derechas como a izquierdas para mejorar la técnica en ambos sentidos.

En este ejemplo se utiliza un giro a derechas. El punto elegido para girar en torno a él deberá ser prominente, fácil de distinguir por el piloto y lo suficientemente pequeño como para representar una referencia precisa. [Figuras 9-10 hasta la 9-12]

Para comenzar un giro en torno a un punto la aeronave debería estar volando a favor del viento a una distancia del punto elegido como referencia igual al radio deseado para el giro. Cuando exista algún tipo de viento significativo será necesario comenzar el alabeo rápidamente, debido a que el alabeo más profundo se debe aplicar cuando la aeronave está directamente orientada a favor del viento. Por lo tanto, si se empieza la maniobra directamente a favor del viento, el máximo nivel de alabeo debe ser aplicado inmediatamente. De este modo, si el máximo alabeo que hemos decidido realizar para este giro va a ser de 45°, ese ángulo será con el que debemos comenzar si la aeronave está a la distancia correcta del punto de referencia y comenzamos a la maniobra a favor del viento. A partir de ahí el alabeo deberá suavizarse gradualmente hasta que se alcance el punto del giro en el que la aeronave esté orientada directamente contra el viento. En ese punto el alabeo deberá hacerse nuevamente más intenso hasta alcanzar nuevamente el máximo ángulo de alabeo en el momento en que se vuelva a colocar la aeronave a favor del viento en el punto donde comenzó la maniobra.

Al igual que en la maniobra de giro en S, se requiere que la aeronave vaya corrigiendo su ángulo de corrección del viento, además de ir variando el alabeo, para poder realizar el giro en torno a un punto. Durante la mitad del círculo que está a favor del viento el morro de la aeronave se deberá apuntar progresivamente hacia el interior del círculo; durante la mitad del círculo que está contra el viento el morro de la aeronave se deberá dirigir progresivamente hacia el exterior. La mitad de la maniobra de giro que está con viento a favor se puede comparar con el tramo de viento a favor de la maniobra de “Giro en S sobre una carretera”; y la otra mitad de la maniobra de giro, que está contra el viento, se puede comparar con el tramo de viento en contra de la maniobra de “Giro en S sobre una carretera”.

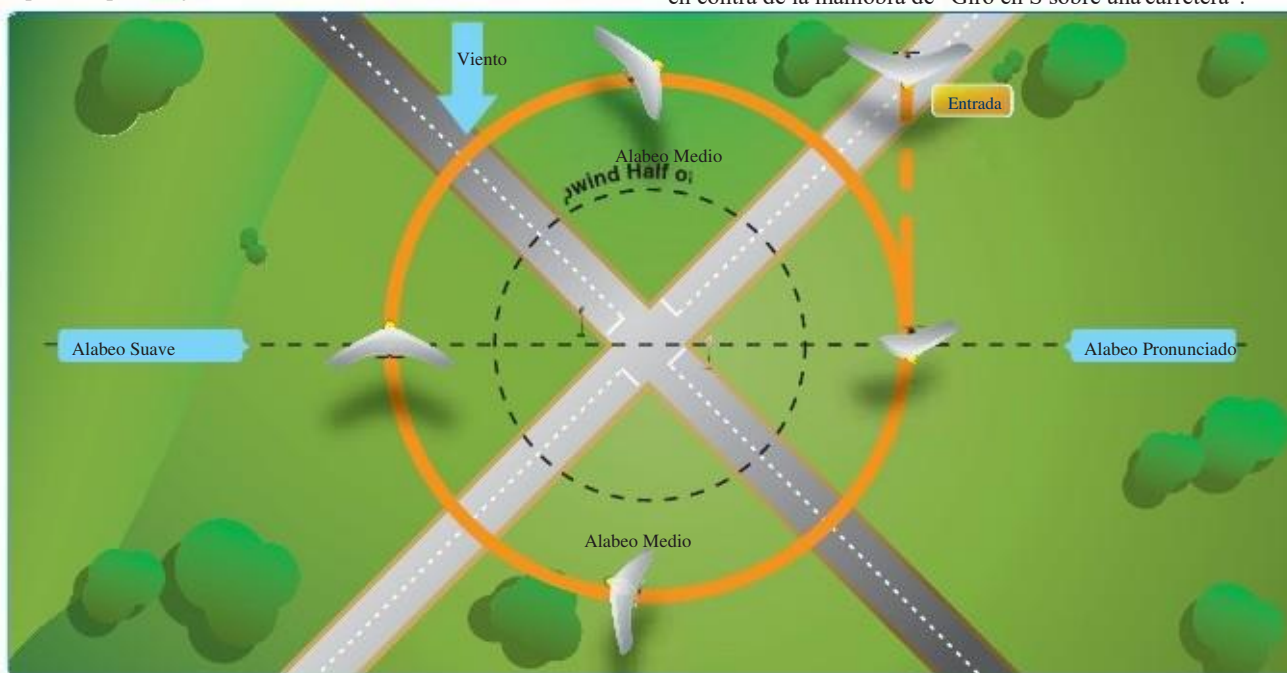


Figura 9-10. Giros alrededor de un punto.



Figura 9-11. Tramo viento en cola de un giro alrededor de un punto. Notar que el plano está muy bajo, al ser el alabeo máximo en el viento en cola.



Figura 9-12. Tramo viento de frente en un giro alrededor de un punto. Notar que el plano está bastante nivelado, al ser el alabeo mínimo en el viento de frente.

Una vez que el piloto vaya ganando experiencia a la hora de realizar giros alrededor de un punto y tenga un buen conocimiento de los efectos de la deriva del viento y de la variación del alabeo y del ángulo de corrección del viento necesarios, debería comenzar la maniobra desde cualquier punto. Sin embargo, cuando se comience la maniobra desde otro punto que no sea a favor del viento, se deberá seleccionar cuidadosamente el radio de giro. Hay que asegurarse de tener en cuenta que la velocidad del viento y la velocidad con respecto al suelo para que no sea necesario realizar un alabeo muy agresivo más adelante de cara a mantener una adecuada trazada sobre el suelo. El instructor deberá darle un énfasis particular al efecto que puede tener un incorrecto alabeo inicial.

Los errores más comunes a la hora de realizar giros en torno a un punto de referencia son:

- No asegurarse que el área está adecuadamente espejada.
- No establecer un alabeo inicial apropiado.
- No reconocer la deriva producida por el viento.
- Realizar un alabeo y/o un ángulo de corrección del viento inadecuados en la porción del círculo que está a favor del viento, resultando en una deriva que aleja la aeronave del punto de referencia.
- Realizar un alabeo excesivo y/o un ángulo de corrección del viento inadecuado en la porción del círculo que está a en contra del viento, resultando en una deriva que acerca la aeronave del punto de referencia.
- Ganar o perder altitud.
- No mantener constante la velocidad relativa.
- No vigilar adecuadamente otros posibles tráficos en la zona.
- No prestar atención hacia afuera de la aeronave mientras se mantiene un control preciso de la misma.

## Resumen del capítulo.

Las maniobras con referencias al suelo y sus factores relacionados se utilizan para desarrollar un alto grado de habilidad a la hora de analizar como el efecto del viento y otras fuerzas actúan sobre la aeronave para mejorar la precisión y su manejo con seguridad. Las maniobras específicas son:

- El circuito rectangular,
- El giro en S sobre una carretera, y
- Giros en torno a un punto.

Estas maniobras de entrenamiento deben ser dominadas dentro de los parámetros recogidos en las PTS (Normativa de Pruebas Prácticas, de la FAA).